Altersbestimmung anhand quantitativer Erfassung der Kern/Plasma-Relation der Herzmuskelzelle

Dietrich Elberskirch

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545801_0008

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der
Universität München
Direktor: Prof. Dr. W. Spann

Altersbestimmung anhand quantitativer Erfassung der Kern/Plasma-Relation der Herzmuskelzelle

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde an der Ludwig Maximilian-Universität zu München

vorgelegt von
Dietrich Elberskirch
aus
Hannover

1981

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Spann

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26.2.81

UNIV. LEIDEN BIBL.

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Ziel dieser Arbeit	1
2.	Querschnitt bisheriger Methoden	3
2.1.	Zahnbefund	3
2.1.1.	Gebißstatus	3
2.1.2.	Morphologische Veränderungen	3
2.1.2.1.	Abrasion	3
2.1.2.2.	Dentinhärte	4
2.1.2.3.	Weite der Dentinkanälchen	4
2.1.2.4.	Dichte der Schneidezähne	4
2.1.2.5.	Mineralisation	4
2.1.2.6.	Transparenz	5
2.1.2.7.	Quotient Pulpenkavumlänge/ Wurzeltransparenz	5
2.2.	Skelettbefund	5
2.2.1.	Verknöcherung der Schädelnähte	5
2.2.2.	Epiphysensynostose	5
2.2.3.	Ossifikation	5
2.2.4.	Proximale Epi- und Diaphyse am Humerus	5
2.2.5.	Symphyse	6
2.3.	Äußerer Aspekt	6
2.4.	Organe und Gewebe	6
2.5.	Spektraluntersuchungen	7
2.6.	Diskussion	7
3.	Das Herz	10
3.1.	Anatomie	10
3.1.1.	Makroskopische Betrachtung	10
3.1.2.	Mikroskopische Betrachtung	10
3.2.	Einflüsse auf das Herz	12
3.2.1.	Physiologische Altersveränderungen	12
3.2.2.	Pathologische Einflüsse	12
3.2.2.1.	Regressive Störungen	12
3.2.2.2.	Progressive Störungen	13
3.2.2.3.	Entzündungen	13
3.2.2.4.	Metabolische Störungen	13

3.2.3.	Pharmakologische Beeinflussung	14
3.2.4.	Leichenerscheinungen	14
4.	Eigene Untersuchungen	16
4.1.	Methodik	16
4.1.1.	Probenauswahl und -gewinnung	16
4.1.2.	Histologische, mikroskopische und photographische Aufbereitung	16
4.2.	Auswertung	19
4.2.1.	"Stereological Analysis" durch das "coherent double lattice test system" nach Weibel	19
4.2.2.	Point and intersection counting	24
4.3.	Untersuchungsergebnisse	26
4.3.1.	Daten der Proben	26
4.3.2.	Rechengrößen	33
4.3.2.1.	Gesamtheit aller Proben	33
4.3.2.2.	Gesamtheit aller männlichen Proben	33
4.3.2.3.	Gesamtheit aller weiblichen Proben	34
4.3.3.	Regressionsanalyse	34
4.3.4.	Korrelationsanalyse	37
4.3.5.	Varianzanalyse	38
4.3.6.	Das relative Herzgewicht	42
4.4.	Ergebnisdiskussion	44
5.	Zusammenfassung	49
6.	Literaturverzeichnis	50

1. Ziel dieser Arbeit

Seit jeher stellt sich der Gerichtsmedizin die Aufgabe der Altersbestimmung unbekannter Leichen oder Leichenanteile, um Anhaltspunkte zur Identifizierung zu liefern.

Für die Schwierigkeit einer exacten Altersbestimmung spricht die Vielzahl der bisher angegebenen Methoden (siehe 2), die das Problem auf sehr verschiedenen Wegen angehen.

Zum Einen ist diese Schwierigkeit im Zustand der Leichen selbst begründet. So entfällt natürlicherweise die Möglichkeit der Altersbestimmung an Hand der Zähne bei der zahnlosen Leiche, die mittels des äußeren Aspektes bei Wasser- und Brandleichen.

Zum Anderen liegt die Problematik für Breul (2) auf der Hand: "Der Unterschied zwischen kalendarischem und biologischem Alter. Das kalendarische (numerische oder chronologische) gibt jeweils nur angenähert einen bestimmten physiologischen oder pathophysiologischen Zustand des Gesamtorganismus an, was als das biologische Alter bezeichnet wird." (Zit. nach Schmitt und Saternus) Nach Schranz (27) spielen individuelle Umstände eine große Rolle. "Obwohl die Altersveränderungen in einer bestimmten Reihenfolge ablaufen, verfügt das Individuum in Hinblick auf die Geschwindigkeit, mit der diese Veränderungen vor sich gehen, über einen großen Spielraum. Gleich alte Personen können sich in ihrem biologischen Zustand stark voneinander unterscheiden, was in jüngerem Alter weniger, in hohem Alter deutlich auffällt. Man sollte sich immer vor Augen halten, daß man nicht das tatsächlich erreichte kalendarische, sondern das physiologische Alter bestimmt."

Auch Bürger (3) führt den Unterschied zwischen biologischem und kalendarischem Alter auf den individuell ver-

schieden, unter physiologischen Bedingungen in allen Organen synchron ablaufenden Altersprozeß zurück: "Eben weil alles im Flusse ist, haben wir von Biomorphose gesprochen."

In Anbetracht der Divergenz zwischen biologischem und kalendarischem Alter erscheint eine exacte "biologische" Altersbestimmung um so wichtiger.

Da nach Anschütz und Schettler (26) der Mensch so alt ist wie seine Gefäße, bietet sich das Herz als Kernstück des Gefäßsystems zu Untersuchungen an, zumal das Herz als zellkonstantes Organ wegen der fehlenden Erneuerung besonders der cellulären Alterung unterworfen zu sein scheint.

Einen Anstoß, eine Altersbestimmung auf cellulärer Ebene zu erarbeiten, gibt Verzár (34). "Je länger je mehr sah man, daß man weiter in der Gewebsstruktur heruntergehen muß. Gewebsalterung oder Zellalterung wurde das Problem, und heute sind wir innerhalb der Zelle, um das eigentlich Alternde zu finden."

Zudem sieht Wallraff (36) nicht nur eine Beziehung zwischen der Form der Kerne und der äußeren Gestalt der jeweiligen Zelle, sondern auch zwischen ihrer Größe und der Masse des sie umgebenden Cytoplasmas, der sogenannten "Kern-Plasma-Relation". Als Größen, die zu einer Veränderung dieser Relation führen, nennt er die Polyploidisierung der Zellkerne als Folge von Endomitosen sowie funktionelle Erfordernisse.

Ziel dieser Arbeit ist die Beantwortung der Frage, in wie weit auch Altersveränderungen die Kern-Plasma-Relation der Herzmuskelzelle verschieben, und ob sich diese Veränderungen für eine Altersbestimmung verwenden lassen.

2. Querschnitt bisheriger Methoden

2.1. Zahnbefund

2.1.1. Gebißstatus

Euler (7) teilt die Altersbestimmung anhand des Gebißstatus in 4 Abschnitte ein:

1. intrauterin
2. zwischen Geburt und erster Dentition
3. zwischen erster Dentition bis Abschluß der zweiten Dentition
4. nach Ablauf der 2. Dentition bis ins Greisenalter.

Innerhalb der ersten drei Abschnitte kann das Lebensalter auf Grund des Mineralisationsgrades, der Wurzellänge, des Durchbruchstadiums sowie des Gebißstatus im Wechselgebiß vor allem in Verbindung mit Röntgendiagnostik gut bestimmt werden. Dies jedoch ist mit einer Schwankungsbreite von ca. 1 Jahr nur bis zum 12. Lebensjahr möglich, der 3. Molar mit einer Variationsbreite des Durchbruchs von bis zu 20 Jahren setzt die Grenze dieser Art der Altersbestimmung. Die Methode Thoma's (5), den 4. Abschnitt durch Abrasionsmerkmale in Decenien zu unterteilen, scheint uns auf Grund der wesentlich komplexeren Ursachen-Wirkungs-Beziehungen dieses Gebietes (siehe 2.1.2.1.) für eine Altersbestimmung allein nicht geeignet zu sein.

2.1.2. morphologische Veränderungen

2.1.2.1. Abrasion

So gibt Gustavson (11) als weiteren gravierenden Faktor der Abrasion die unterschiedliche Mineralisation der Zähne an, weiter wären Eßgewohnheiten, Myopathien mit allen Folgeerscheinungen bis zum Bruxismus, Biß- und Zahnstellungsfehler u.v.m. neben dem Alter als weitere Ursachen der Abrasion neben dem Alter zu nennen.

Auch die von Gustavson (11) 1950 entwickelte Methode, bei der neben der Abrasion als zusätzliche Parameter die Parodontose, das secundäre Dentin, die Zementanlagerung, die Wurzelresorption sowie die Wurzeltransparenz eingeführt und in einem 4-Punkte-System nach dem Grad der Veränderung beurteilt wurden, stieß bei Schranz (28) auf heftige Kritik.

Dalitz (5) verbesserte diese Methode, indem er 5 statt 4 Veränderungsgrade unterscheidet und 4 Frontzähne eines Individuums bewertet. Dieses Vorgehen zeigt einen um 0,34 Jahre geringeren Fehler als bei dem nach Gustavson, die Streuung für 99 % beträgt ± 15 Jahre.

2.1.2.2. Dentinhärte

Nach Dalitz (5) liegt keine altersabhängige Veränderung der Dentinhärte vor.

2.1.2.3. Weite der Dentinkanälchen

Oschinsky (25) zeigt einen Zusammenhang zwischen Lebensalter und der Weite der Dentinkanälchen, doch hält May (20) diese Methode wegen der konischen Form der Dentinkanälchen und der sich daraus ergebenden Schwierigkeit, die Weite an korrespondierenden Stellen zu messen, für nicht ausbaufähig.

2.1.2.4. Dichte der Schneidezähne

Aus der Dichte der Schneidezähne, die ab dem 30. Lebensalter zunimmt, hat Shikano (30) das Alter bestimmt und ist auf Ergebnisse mit einem Fehler von ± 4 Jahren gekommen.

2.1.2.5. Mineralisation

Außer May (20), der jedoch unter anderen Versuchsbedingungen arbeitete, kommen verschiedene Autoren zu dem Schluß, daß eher die individuelle Stoffwechsellage als das Alter den Mineralisationsgrad der Zähne bestimmt.

2.1.2.6. Transparenz

Signifikante Unterschiede in der Transparenz der Zahnwurzel wiesen Bang und Monson (1) nach.

2.1.2.7. Quotient Pulpenkavumlänge/ Wurzeltransparenz

Falter (8) gibt eine enge Beziehung zwischen der Länge des Pulpenkavums/ Wurzeltransparenz und dem Alter an. Bei logarithmischen Auftragen des Alters gegen $L_p : T_w$ gelangt sie zu Ergebnissen, die eine Fehlerspanne von ± 5 Jahren beinhalten.

2.2. Skelettbefund

2.2.1. Verknöcherung der Schädelnähte

Der Verknöcherungsgrad der sutura coronaria, sagittalis und lambdoidea wurde von mehreren Autoren nach unterschiedlichen Methoden bestimmt. Die Ergebnisse weichen weit voneinander ab.

2.2.2. Epiphysensynostose

Epiphysensynostosen, von Mc Kern und Stewart (21) gemessen, lassen lediglich die Unterscheidung zwischen iuvenil und matur zu.

2.2.3. Ossifikation

Die im corpus sterni vorhandenen Knochenkerne testeten Fully und Dehouve (10) mittels Röntgenbildern auf den Grad der Ossifikation und konnten für jedes Decenium markante Unterschiede nachweisen.

2.2.4. proximale Epi- und Diaphyse am Humerus

Hansen (12) hat für verschiedene Altersgruppen Merkmale des ganzen Knochens, insbesondere jedoch der Epi- und

Diaphyse notiert und als Vergleichsmaterial eine Schausammlung angelegt. Er sagt, bei Sorgfalt und Überlegung könne das Alter hiermit in Grenzen von fünf Jahren bestimmt werden.

2.2.5. Symphyse

Ebenso deskriptiv ist die Methode nach Todd (33), der 1920 Altersveränderungen der Symphysenoberfläche beschrieb, anhand derer eine Altersbestimmung vorgenommen werden sollte. Brauchbar wurde die Methode nach Überarbeitung von Mc Kern und Stewart (21), die die Symphyse in 3 Komponenten mit altersadäquaten Merkmalen unterteilten, sowie durch Hoppe (15), wodurch die Todd'sche Methode zu einer Genauigkeit von ± 5 Jahren gelangte.

2.3. Äußerer Aspekt

Anhand altersbedingter Veränderungen der suborbitalen Haut, der äußeren Augenwinkel, der naso-labialen Falten sowie der Ohrmuschel hat Nadeshdin (24) auf das Lebensalter geschlossen. Hirth (14) nahm dies an verschiedenen Verwelkungsgraden der Haut vor.

2.4. Organe und Gewebe

Innere Organe und Gewebe sind bislang zur Altersbestimmung wenig herangezogen worden. Die Ursachen hierfür liegen wohl in den starken Größenschwankungen, denen die Organe schon aus individuellen physiologischen Gründen ausgesetzt sind.

Shibata et al. (29) sowie Meyer (22) erarbeiteten Methoden, anhand der Milzkapseldicke eine Altersbestimmung vorzunehmen. Beide kamen zu Ergebnissen mit großen Schwankungsbreiten.

Zu Ergebnissen mit großen Schwankungsbreiten kommt auch Jääskelainen (19), indem er den Quotienten Ausdehnung rotes Knochenmark/ Ausdehnung gelbes Knochenmark zum Lebensalter in Beziehung setzt.

2.5. Spektraluntersuchungen

Auf photometrischem und spektrographischem Wege haben Zhuralev und Desyatov (39) Knochenstücke auf den Gehalt einiger Elemente hin untersucht. Vor allem der Kalziumgehalt steigt in Korrelation mit dem Lebensalter. Sie gaben jedoch nur Mittelwerte an, deren Aussagekraft allein gering ist.

2.6. Diskussion

Einer abschließenden Beurteilung entziehen sich die unter 2.1.2.4., 2.4. und 2.5. aufgeführten Methoden.

So finden sich zu Shikano's Dichtemessungen (2.1.2.4) keine Vergeleichswerte.
An Organen und Geweben wurden bislang kaum Altersbestimmungen durchgeführt, und wenn, dann mit sehr großen Schwankungsbereichen (s. 2.4.).
Schließlich geben Zhuralev und Desyatov (s. 2.5.) nur Mittelwerte an, denen allein Breul (2) keine Aussagekraft zugesteht.

Aus unterschiedlichen Gründen scheiden einige Methoden grundsätzlich zur Altersbestimmung aus.
Die Untersuchungen von Dalitz (s. 2.1.2.2.) sowie May et al. (s. 2.1.2.5.) zeigen keinen Zusammenhang zwischen der Dentinhärte bzw. dem Mineralisationsgrad und dem Alter.
Aufgrund prinzipieller Messungsungenauigkeiten scheidet Oschinsky's Methode (s. 2.1.2.3.) für eine Altersbestimmung aus.

Die Methoden nach Hansen (s. 2.2.4.) und Nadeshdin (s. 2.3.) basieren auf dem Beurteilungsvermögen des Untersuchers schwer objektivierbarer Erscheinungen und sind folglich ungenau, da nicht meßbar.
Hansen setzt für die Anwendung seiner Methode Sorgfalt und Überlegung voraus, doch auch damit wird diese Methode ohne Hinzuziehung seiner Vergleichssammlung nur dem Spezialisten vorbehalten bleiben.

Für das Vorgehen nach Nadeshdin setzt Mueller (23) beträchtliche Erfahrung voraus, und ohne diese erscheint uns diese Untersuchungsmethode auf Grund der mannigfachen, nicht altersabhängigen Veränderungsmöglichkeiten des äußeren Aspektes fragwürdig.

Einige Methoden weisen Ergebnisse mit Ungenauigkeiten in Form großer Streubreiten auf.
Bei der Bestimmung des Verknöcherungsgrades der Schädelsuturen (s. 2.2.1.) wichen die Ergebnisse verschiedener Autoren derart vornenander ab, daß Breul (2) dazu rät, "diese Methode mit Vorsicht zu genießen."
Eine Unterscheidung zwischen iuvenil und matur nach Mc Kern und Stewart's Methode (s. 2.2.2.) wird wohl in den meisten Fällen mit weniger Aufwand zu treffen sein.
Anhand des Zahnstatus' nach Euler (s. 2.1.1.) läßt sich eine Altersbestimmung bis zum 12. Lebensjahr durchführen, für ältere Leichen ist die Methode auch nach der Modifizierung Thoma's zu ungenau. Auch nach Messung der Wurzeltransparenz (2.1.2.6.) läßt sich trotz signifikanter Mittelwertsunterschiede das einzelne Individuum nicht in jedem Fall bestimmen.

Als gut brauchbar für eine Altersbestimmung erweisen sich aus Gruppe 2.1. die Gustavson'sche Methode nach der Modifikation von Dalitz (s. 2.1.2.1.), sowie die unter 2.1.2.7. aufgeführte, wobei Falter neben der Eindeutigkeit (Fehler ± 5 Jahre) besonders auf die schnelle (maximal 1 Std) und einfache Durchführung hinweist.

Aus Gruppe 2.2. läßt sich mit der röntgenologischen Durchführung nach Fully und Dehouve (s. 2.2.3.) markant jedes Decenium unterscheiden.
Obwohl Todd's Methode auch nach der Modifizierung von Hoppe (s. 2.2.5.) keine Objektivierung durch Messung zuläßt, erscheint sie Breul (2) als diejenige, welche die beste Alterseinordnung, jedenfalls für das männliche Geschlecht, zuläßt.

Bis auf zwei Autoren zeigen alle eine alterstypische Veränderung des Untersuchungsgegenstandes. Dies gilt jedoch hauptsächlich für Mittelwerte, für die Einzelindividuen liegen hohe Schwankungsbreiten vor. Lediglich die 4 letztgenannten Methoden weisen eine für eine Altersbestimmung akzeptable Schwankungsbreite der Individuen auf.

3. Das Herz

3.1. Anatomie

3.1.1. makroskopische Betrachtung

Das Herz des Menschen, welches sich aus Mesoderm und Splanchnopleura entwickelt, liegt im mediastinum anterius, das es durch seine asymmetrische Lage nach links ausbeult. Mit seiner Facies diaphragmatica ruht es auf dem Zwerchfell, von der basis cordis gehen die großen Gefäße ab. Nach Waldeyer (35) liegen 1/3 des Herzens rechts, 2/3 links der Medianebene, in der Verticalen projeziert sich das Herz zwischen 6. Rippenknorpel und Sternalansatz der 3. Rippe. Seine Oberfläche ist von der laminal visceralis des pericardium serosum bekleidet, welche am Anfang der großen Gefäße in das pericardium fibrosum und der innen gelegenen lamina parietalis des pericardium serosum übergeht.

Es setzt sich aus 2 ventriceln, welche durch das septum interventricularis getrennt werden, 2 antren und 2 auriculae zusammen, wobei die antren vom zugehörigen ventricel sowie dem zuführenden Gefäß, die ventricel von den abführenden Gefäßen durch bewegliche Klappen getrennt sind.

Aus 2 Knoten, Bündeln sowie Fasern aus sich vom Myocard histologisch unterscheidendem Muskelgewebe setzt sich das autonome Reizleitungssystem des Herzen zusammen.

3.1.2. mikroskopische Betrachtung

Wallraff (36) weist beim Feinbau des Herzens auf Ähnlichkeiten mit den Arterien vom muskulären Typ hin. Beide besitzen eine Dreischichtung, das Endocard entspreche der Intima, das Myocard der Media, und das Epikard der Externa der Gefäße. Jedoch bestehen grundsätzliche

Unterschiede, die Wallraff (36) entwicklungsgeschichtlich bedingt sieht.

Das Myokard hat mit dem glatten Muskelgewebe auf Grund gleicher Herkunft die celluläre Gliederung sowie die mittelständige Kernlage, mit dem Skelettmuskelgewebe jedoch die Querstreifung gemeinsam.

Im Vergleich zur Skelettmuskelfaser sind die Herzmuskelzellen dünner, jedoch besitzen sie einen höheren Sarkoplasmagehalt.

Ihre Zellkerne sind oval bis rechteckig ausgezogen und liegen von spindelförmigen, myofibrillenfreien Sarkoplasmahöfen, in denen Lipidtröpfchen und Pigmentgranula anzutreffen sind, umgeben im Zentrum der Zelle.

Wie die glatte Muskelzelle und die Skelettmuskelfaser ist auch die Herzmuskelzelle von einem jedoch dünneren Sarkolemm, bestehend aus Basalmembran und Plasmalemm, umgeben.

Die Querstreifung der Herzmuskelzelle entspricht grundsätzlich der der Skelettmuskelfaser, jedoch ist sie feiner und enger, wie auch sarkoplasmatisches Reticulum und T-System schwächer ausgebildet sind.

Den Z-Streifen der Skelettmuskelfaser entsprechen die von Ebner'schen Glanzstreifen oder disci intercalares der Herzmuskelzelle, welche die Grenzen der hintereinandergereihten Herzmuskelzellen darstellen und sie über maculae occludentes sowie Mucopolysaccharide verbinden.

Das "spezifische Herzmuskelgewebe" oder Reizleitungssystem unterscheidet sich von der "Arbeitsmuskulatur" durch die Fibrinarmut der Zellen, welche jedoch sarkoplasma- und glykogenreicher sind.

Lockeres, faseriges Bindegewebe, Reticulinfasern sowie zahlreiche Blut- und Lymphgefäße bilden das Endomysium des Myocards.

3.2. Einflüsse auf das Herz

3.2.1. physiologische Altersveränderungen

Seit Beginn der Medizin sind Theorien über Ursachen des Alterns aufgestellt worden. Die älteren müssen heute als historisch angesehen werden, bei den neueren "ist (nach Verzár 34) die Brücke zwischen diesen experimentellen gerontologischen Tatsachen und der Klinik noch nicht geschlagen." So sei hier ein Überblick klinischer Symptome gegeben, ohne auf mögliche Ursachen einzugehen.

Infolge des mit steigendem Alter durch Arteriosklerose etc. erhöhten peripheren Widerstandes hypertrophiert das Herz bis zum 55. Lebensjahr. Trotz eines weiteren Ansteigens dieses Reizes zur Hypertrophie atrophiert das Herz jenseits des 55. Lebensjahres, jedoch nicht relativ, da das Körpergewicht in diesem Zeitraum stärker abnimmt (s. 4.3.6.).

Weiterhin nimmt die Kontraktilität des Myokards mit dem Alter ab.

Lipid-, Amyloid- sowie Pigmentgehalt nehmen zu, wobei sich aus der Vereinigung der Pigmentgranula mit den Lipidtröpfchen das Lipofuszin bildet.

Außerdem ist eine Myofibrose in stärkerem Maße festzustellen.

Nach Hort (16) ist ein Herzversagen im Greisenalter fast nie durch die beschriebenen Altersveränderungen allein bedingt.

3.2.2. Pathologische Einflüsse

3.2.2.1. regressive Störungen

Die Unterscheidung zwischen physiologisch-regressiven und pathologisch-regressiven Myocardveränderungen ist

zuweilen schwierig, da nach Anschütz und Schettler (26) die Grenzen fließend sind.

So sieht Zollinger (40) die adipositas cordis, die braune Atrophie sowie die Amyloideinlagerung als pathologisch-regressive Veränderungen an.

Weiterhin sind die Nekrose, ein Zelltod mit einer fermentativen Veränderung, in deren Folge der Kern verschwindet, sowie die Hämachromatose, einer Anhäufung von Hämosiderin-Granula in der Zelle, zu nennen.

3.2.2.2. Progressive Störungen

Die physiologische Hypertrophie des "Altersherzens", bei der sich die Muskelfasern verbreitern und die Kerne stark vergrößern, nimmt spätestens dann pathologische Formen an, wenn sich auf Grund der Oberflächenkonstanz der ernährenden Kapillaren und der Hypertrophie die O_2-Diffusionsstrecke so verlängert hat, daß Versorgungsschwierigkeiten mit allen ihren Folgen drohen, wobei diese Art der Hypertrophie meist im Gefolge anderer Krankheiten wie Stenosen oder Lungenerkrankungen auftritt.

3.2.2.3. Entzündungen

Myocarditiden der verschiedenen Pathogenesen führen zu deutlichen Veränderungen des Myocards.

So sind bei der diphterischen Myocarditis degenerierte Herzmuskelfasern, bei der myocarditis rheumatica fibrinoide Verquellungen zu beobachten.

3.2.2.4. Metabolische Störungen (Myocardosen)

Doerr (6) nennt neben der Amyloidose die Glycogenose des Myocards, wobei die Herzmuskelfasern wie "Arachnocyten" aussehen, da die Kerne im Innern der Muskelfaser verdrängt zu sein scheinen, während zwischen den großen

Protoplasma-Glycogen-Vakuolen Gespinste ausgebreitet sind.

Als Mineralstoffwechselstörungen sind die Hypokaliämie, die mit einer Ausbildung röhrenförmiger Faserödeme und echter Entparenchymisierung einhergeht, die Hyperkaliämie sowie die Myocardverkalkung zu nennen, bei der im Bereich nekrobiotischer Muskelfasern Kalksalze abgelagert werden.

3.2.3. Pharmakologische Beeinflussung

Zwar ist es mit Cytostatica und Antibiotika möglich, den Stoffwechsel der Nucleinsäuren von Tumorzellen und Bakterien zu stören, Heim (13) stellt jedoch fest, daß Pharmaka, die Ursachen und Folgen des Alterns beeinflussen, nicht bekannt sind.

Spoerri et al. (31) jedenfalls haben gezeigt, daß es nach Gabe von Centrophenoxin zu einer Verminderung der Lipofuszingranula (s. 3.2.1.) im Myocard, einer alterstypischen cellulären Veränderung, kommt.

3.2.4. Leichenerscheinungen

Den Beginn des rigor mortis setzt Doerr (6) auf ca. 1/2 Stunde nach Todeseintritt an. Er ist im linken Ventrikel stärker ausgebildet als im rechten, so daß der linke Ventrikel kontrahiert und nach Lösung der Todenstarre leer erscheint.

Infolge dieser Vorgänge treten häufig die Phänomene der segmentatio, der fragmentatio sowie der undatio cordis auf.
Bei der segmentatio brechen die Muskelfasern im Bereich der Glanzstreifen, bei der fragmentatio außerhalb der Glanzstreifen. Mueller (23) grenzt von der fragmentatio noch die undatio ab, welche das Bild der fragmentatio zeigt, vorzugsweise jedoch am pathologischen Herzen anzutreffen ist und durch Manipulation an unter Spannung stehenden Muskelfasern entsteht.

Bei der Leichenfäulnis kommt es zur Imbibitio cadaverosa, einem grobkörnigen Zerfall des Sarkoplasmas.

Jansen (18) faßt zusammen: "Von den inneren Organen wird das Herz als relativ autolyse- und fäulnisresistent angesehen; möglicherweise hängt das mit seiner cytoplasmatisch dichten myofibrillären Struktur zusammen."

4. Eigene Untersuchungen

4.1. Methodik

4.1.1. Probenauswahl und -gewinnung

Die 120 Präparate dieser Untersuchung entstammen dem Gerichtsmedizinischen Institut der Universität München und wurden im Rahmen von Sektionen entnommen.

Der Zeitraum zwischen Tod und Fixierung betrug in einem Fall 6 Tage (Nr. 118), ansonsten 0 - 3 Tage, alle Todesarten waren plötzlicher Natur. In Anbetracht der unter 3.2.2. aufgeführten Gründe wurden weiterhin nur Leichen zur Untersuchung hinzugezogen, bei denen in Hinblick auf das Herz kein gravierender pathologischer Befund vorlag. Die Proben wurden der rückwärtigen Wand des rechten Ventrikels entnommen.

Die Individuen wurden in 12 Altersgruppen aufgeteilt, wobei jede Altersgruppe je 5 männliche sowie 5 weibliche Proben enthält und einen Zeitraum von 5 Lebensjahren umfaßt. Hierbei wurde jedes Decenium derart halbiert, daß in einer Altersgruppe die Leichen der Jahreszahlen 0 - 4, in der anderen die der Jahreszahlen 5 - 9 zusammengefaßt wurden. Die erste Altersgruppe umfaßt die Alter 20 bis 24, die letzte die Alter 75 Jahre und älter.

Neben Geschlecht, Alter und Verweildauer zwischen Todeseintritt und Fixierung wurden das Gewicht, die Länge sowie das Herzgewicht der Leichen festgehalten.

4.1.2. Histologische, mikroskop. und photographische Aufbereitung

Nach der Entnahme wurden die Proben 14 Tage in 4 %igem Formalin fixiert und gehärtet. Eingebettet wurde in Paraffin, geschnitten mittels Mikrotom in 5µ Dicke.

Die Zellkerne wurden mit Eosin blau, Cytoplasma sowie Muskelfasern mit Hämatoxylin rot gefärbt.

Burck (4) fordert für histometrische Untersuchungen eine besonders sorgfältige Gewebeaufbereitung. "Große Gefahren sind Schrumpfung und Verwerfung, wobei man wissen muß, daß es leider kein schrumpfungsfreies Arbeiten gibt. Eine bisher akzeptierte Behelfslösung ist die Forderung, stets unter identischen Bedingungen das Gewebe zu fixieren, einzubetten, zu schneiden und zu färben. Der Fehler bleibt dann eventuell vermutlich gleich; in Wahrheit braucht das nicht unbedingt zuzutreffen." Diese Forderungen Burck's wurden bei der Gewebeaufbereitung gewissenhaft erfüllt, und da das Ziel dieser Untersuchung keine "absoluten", sondern "relative" Volumenverhältnisangaben sind, erscheint eine Aufbereitung der Proben unter identischen Bedingungen "mit eventuell gleichen Fehlern" eine hinreichende Genauigkeit zu bieten.

Da die Untersuchungen anhand des Rasterverfahrens durchgeführt worden sind (s. 4.2.1.), war die Berücksichtigung des "Äquivalentdurchmessers", bei der die Schichtdicke des Präparates ein Viertel des Durchmessers der einer der vermessenen Struktur volumengleichen Kugel unterschreitet, nicht nötig (Weibel und Elias (38)).

In tausendfacher Vergrößerung wurden die Präparate photographiert und zu seidenglänzenden schwarz-weiß Bildern der Größe 9 x 12 cm entwickelt.

Um bei der Auszählung (s. 4.2.2.) die Zellkerngrenzen unter der Folie exakt erkennen zu können, wurden sie mit einer Tuschefeder der Größe 0,25 mm nachgezeichnet.

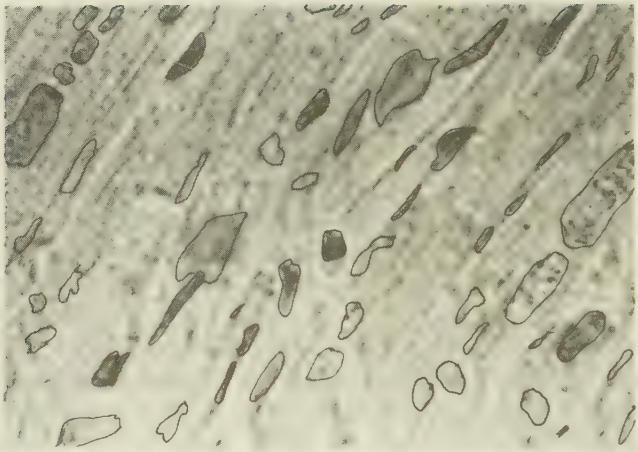


Abb. 1: Testbild

4.2. Auswertung

4.2.1. "Stereological Analysis" durch das "coherent double lattice test system" (nach Weibel (37))

Burck (4) fordert, "alles, was sich wiegen und messen läßt, sollte bei wissenschaftlichen Untersuchungen durch eine statistische Berechnung dem Bereich der Zufälligkeit entzogen werden". Als Begründung führt er an, daß "bei der Beurteilung des quantitativen Anteils verschiedener Gewebsstrukturen (z.B. Zellkernvolumen: Zytoplasmavolumen, Tubuluszellfläche: Tubuluslumenfläche) der optische Eindruck des Betrachters leicht Täuschungen unterliegt."

Die stereologische Analyse wird von Weibel (37) wie folgt charakterisiert: "stereological methods reduce the task of measuring volume, surface, length and numerical densities of tissue components to simple counting procedures."

Gemessen wird mit Hilfe einer durchsichtigen Folie, auf die ein Gitter gedruckt ist.

Double square lattice test system D 64

Lattice ratio $q^2 = 16$
Calibration d = distance of coarse lines
(frame width = 8 d)

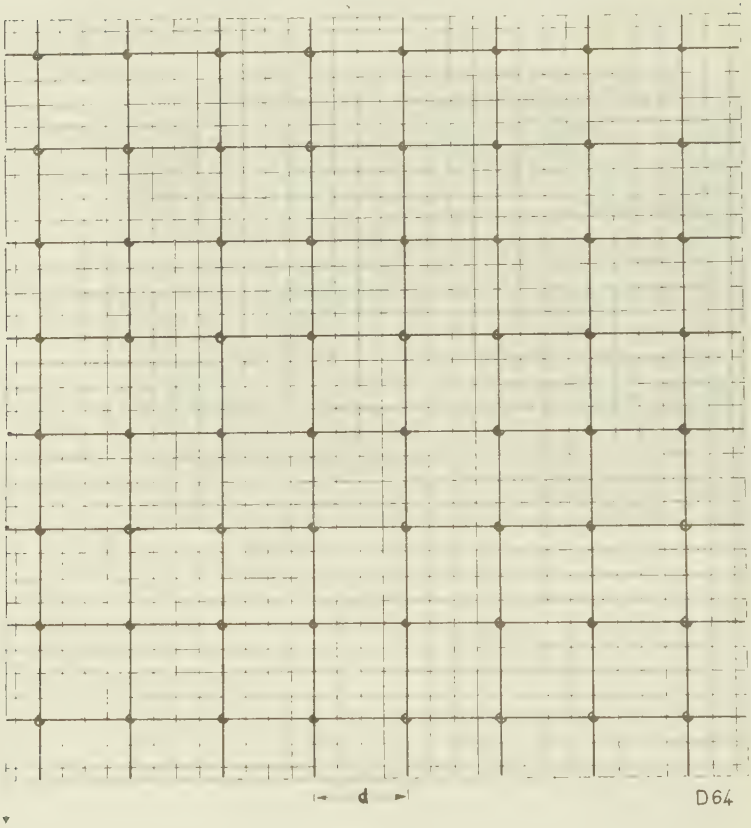


Abbildung 2:
Folie "double square lattice test system D 64"
(nach Weibel (37))

Weil zwei Strukturen unterschiedlicher Form und Größe ausgezählt werden, sind zwei Test-Systeme nötig, da "these methods require, however, that appropriate test systems are applied to random sections of the material. It is concluded from the foregoing, that very different point densities and total point numbers are needed for different structures. Accordingly, the optimal test point density is quite different for the two components. This difficult can be overcome by using "coherent double lattice test systems". The principle is quite simple. Every q'th line is drown heavier than the others, thereby yielding two super imposed test-point sets."

Die "fine lines" samt ihren Schnittpunkten, den "fine-points" mit dem Abstand "d" zueinander, stellen das eine "set" dar. Das andere "set" besteht aus den dicker ausgezogenen "heavy lines" sowie den zugehörigen "coarse points" mit dem jeweiligen Abstand "q" zueinander, welcher die Anzahl der fine points zwischen zwei coarse points angibt, wobei heavy lines und coarse points auch im fine set Beurteilung als fine line bzw. fine point finden.

Das spacing der Gittergrößen d und q erfolgt unter folgenden Gesichtspunkten: "In determining the optimal density of test points in a test system we must consider each point as an individual probe. Each point constitutes a sample, and one asks the question whether the point lies in the component or not. Such a sampling procedure is statistically described by a binominal-distribution and, therefore, it is necessary that each sample, i.e. each point, is independent of the others. Consequently, the points should be placed in such a manner, that no more than one point can fall on the same profile. This is achieved if d is chosen so that

$$d^2 > a_m ;$$

the area of the largest profile, encountered. The inaccuracy with which individual profiles are "measured" with such coarse point lattices is compensated by the

fact that the point set covers a very large sample of profiles, therby securing a representative sample.

In practice, one should first decide on the spacing, d, needed to estimate the rarest and/ or smallest organelles, then the double lattice factor, q, is decided on by considering the spacing needed for the other large components."

Für das angewandte "double square lattice test system D 64" gelten die Parameter der Tabelle 1.

Parameter		Symbol	Formula	Test system dimension D 64
Test point number:	Coarse points	P_T		$= 64$
	All points	P_T'	$= P_T \cdot q^2$	$= 1024$
Test line length:	Coarse lines	L_T	$= P_T \cdot 2 \cdot d$	$= 128 \cdot d$
	All lines	L_T'	$= P_T \cdot 2 \cdot q \cdot d$	$= 512 \cdot d$
			$= P_T' \cdot \frac{2}{q} \cdot d$	$= 512 \cdot d$
	Horizontal (or vertical) coarse lines only	L_T''	$= P_T \cdot d$	$= 64 \cdot d$
	All horizontal lines	L_T'''	$= P_T \cdot q \cdot d$	$= 256 \cdot d$
			$= P_T' \cdot \frac{1}{q} \cdot d$	$= 256 \cdot d$
Test area		A_T	$= P_T \cdot d^2$	$= 64 \cdot d^2$
			$= P_T' \cdot \frac{1}{q^2} \cdot d^2$	$= 64 \cdot d^2$

Tabelle 1: Parameter des Test-Systems D 64 (nach Weibel (37))

Zur leichteren Bestimmung der "coarse points" sind diese mit einem Dreiviertelkreis versehen. "The precise test point is then taken to be the intersection of the line edges in the open quadrant of the circle. This rule can be applied to all test points; it avoids uncertainties about point-localisation due to the thickness of the test lines (which in fact are broad bands)!"

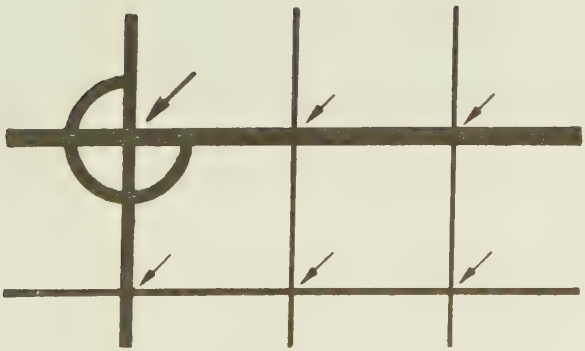


Abbildung 3:
Definition of "true test point" (nach Weibel (37))

4.2.2. "point and intersection counting"

Die "numerical density" des Cytoplasmas wurde durch Auszählung der "coarse points" bestimmt, welche bei Auflegen der Folie auf die Bilder von Cytoplasma umgeben waren.

Für die Zellkerne kamen die Schnittpunkte der Gitterlinien mit den Zellkerngrenzen nach folgendem Gesichtspunkt zur Auszählung: "The number of intersections counted with a square lattice may be excessive, because for every point falling inside a profile there will be at least four intersections with the boundary of this profile. From a statistical point of view these intersections are not independent. Part of this difficulty can be overcome by counting only intersections with the horizontal or vertical lines." Bei dieser Untersuchung kamen die Schnittpunkte der horizontalen Gitterlinien mit den Zellkerngrenzen zur Auszählung.

Durch Zählung in 9 verschiedenen Positionen der Testfolie zu den Bildern, wobei die Folie um jeweils 30° gegenüber der vorherigen Position über dem Bild gedreht wurde, ergaben sich jeweils 9 Werte für die Kern- sowie Cytoplasmadichte der Probe.

Double square lattice test system D 64

Lattice ratio $q^2 = 16$
Calibration d = distance of coarse lines
(frame width = 8 d)

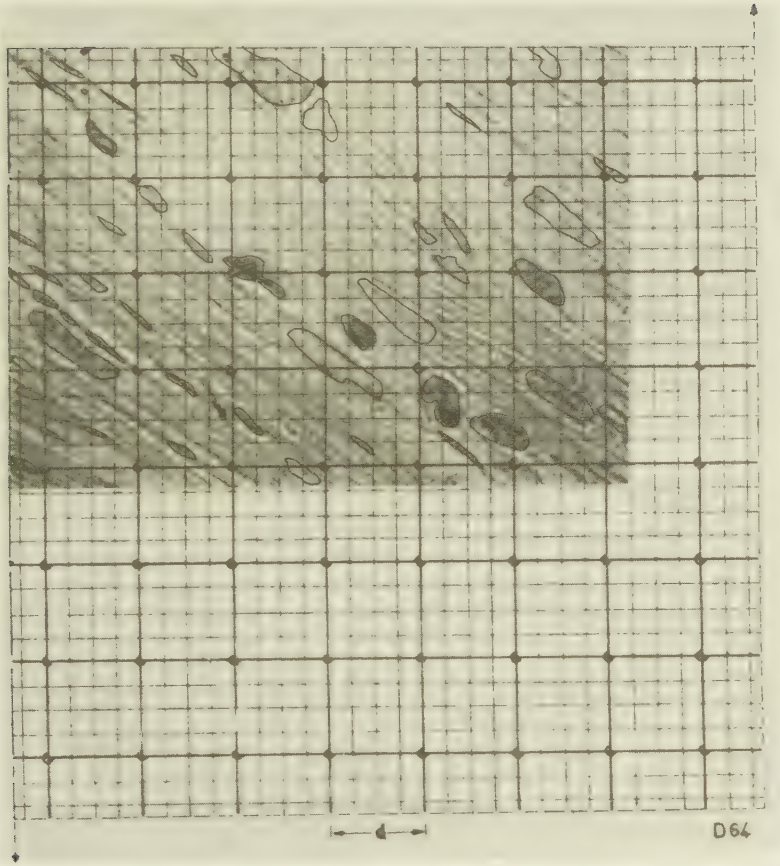


Abbildung 4: Plazieren der Folie

Diese 9 Werte wurden gemittelt, mit den Mittelwerten der Quotient Kernschnittpunkte/Plasmapunkte x 16, die Kern-Plasma-Relation, gebildet. Der Faktor 16 trägt der Tatsache Rechnung, daß ein coarse point das 16-fache der Fläche eines fine point representiert (q = 4d).

4.3. Untersuchungsergebnisse

4.3.1. Daten der Proben

In der Tabelle 2 sind die Proben der Untersuchung nach Altersgruppe (AG), laufender Nummer(l.Nr.), Geschlecht (Ge), Alter in Jahren (A), Gewicht in Kilogramm (Gw), Länge in Zentimetern (L), Herz-Gewicht in Gramm (HGw), Verweildauer zwischen Todeseintritt und Probenentnahme in Tagen (V) sowie der nach 4.2.1. ermittelten Kern-Plasma-Relation (KPR) angeordnet aufgeführt.

Tabelle 2: Daten der Proben

AG	I 20-24				
l.Nr.	1	2	3	4	5
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	22	21	23	20	21
Gw	84	79,5	69,5	72	58,1
L	177	178	181	186	179
HGw	290	437	322	119	319
V	1	3	0	1	1
KPR	0,3914	0,4847	0,3755	0,4684	0,5139

AG	I 20-24				
l.Nr.	6	7	8	9	10
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	23	20	24	21	22
Gw	40,2	68,2	59,2	49,9	61,0
L	158	172	161	167	162
HGw	203	350	232	248	243
V	0	1	1	0	1
KPR	0,4645	0,4329	0,5006	0,4649	0,4583

AG	II 25-29				
l.Nr.	11	12	13	14	15
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	28	28	28	25	25
Gw	67,5	70,4	83,1	75	79,6
L	178	164	169	178	183
HGw	385	378	289	371	381
V	1	2	1	2	1
KPR	0,3431	0,4107	0,4842	0,5374	0,4100

AG	II 25-29				
l.Nr.	16	17	18	19	20
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	25	28	27	29	29
Gw	48,5	57,7	43,8	60,4	48,1
L	166	164	156	153	156
HGw	241	279	208	401	246
V	2	1	1	3	1
KPR	0,4741	0,4620	0,4729	2,4759	0,4392

AG	III 30-34				
l.Nr.	21	22	23	24	25
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	31	34	34	30	33
Gw	86,5	63,5	67,2	66,5	68,5
L	180	177	171	165	178
HGw	454	298	411	343	557
V	1	2	3	1	0
KPR	0,4369	0,4316	0,3887	0,3902	0,4366

AG	III 30-34				
l.Nr.	26	27	28	29	30
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	34	31	33	33	30
Gw	56,6	57	54	54,7	70,5
L	171	151	162	158	158
HGw	288	250	252	275	301
V	2	3	1	2	1
KPR	0,4450	0,4770	0,4365	0,3861	0,4372

AG	IV 35-39				
l.Nr.	31	32	33	34	35
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	37	39	38	37	39
Gw	85,3	69,2	72,7	65,8	58,9
L	186	179	172	170	164
HGw	382	363	465	375	397
V	1	1	2	0	1
KPR	0,3761	0,3897	0,4058	0,4429	0,4031

AG	IV 35-39				
l.Nr.	36	37	38	39	40
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	38	35	35	37	38
Gw	60	58	69	46	44,6
L	167	170	171	162	160
HGw	300	279	277	286	242
V	1	1	2	2	2
KPR	0,3749	0,3990	0,4550	0,4543	0,4263

AG	V 40-44				
l.Nr.	41	42	43	44	45
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	44	40	42	42	41
Gw	72,7	59,2	88,2	60	86
L	167	162	179	163	178
HGw	363	321	408	310	518
V	2	3	0	0	1
KPR	0,3219	0,3983	0,4601	0,4432	0,3737

AG	V 40-44				
l.Nr.	46	47	48	49	50
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	44	43	41	44	42
Gw	64	70	[illegible]	66,4	48,9
L	166	170	161	178	162
HGw	313	360	369	384	331
V	1	3	[illegible]	1	2
KPR	0,3866	0,3417	[illegible]	0,4346	0,4222

AG	VI 45-49				
l.Nr.	51	52	53	54	55
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	45	49	49	45	47
Gw	66	77	60,7	82	66,5
L	176	172	179	174	181
HGw	380	468	374	511	640
V	1	2	1	1	3
KPR	0,3376	0,3707	0,3438	0,3216	0,3909

AG	VI 45-49				
l.Nr.	56	57	58	59	60
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	47	46	45	47	45
Gw	83	54,8	95,1	58,5	63,5
L	160	158	165	154	156
HGw	369	299	274	293	401
V	0	1	1	1	0
KPR	0,3481	0,3943	0,3678	0,3780	0,3956

AG	VII 50-54				
l.Nr.	61	62	63	64	65
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	52	53	51	51	52
Gw	92,8	68,8	70,5	47,5	61,2
L	175	166	165	172	169
HGw	469	430	413	326	472
V	3	2	0	1	3
KPR	0,3365	0,3288	0,4437	0,4196	0,2116

AG	VII 50-54				
l.Nr.	66	67	68	69	70
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	51	53	53	52	54
Gw	71,3	67,7	71,2	60,1	61
L	151	164	155	162	150
HGw	384	420	345	400	250
V	3	2	2	1	1
KPR	0,3687	0,3528	0,3420	0,3889	0,3750

AG	VIII 55-59				
l.Nr.	71	72	73	74	75
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	57	55	58	59	57
Gw	78,5	57,3	83	59,2	67,5
L	161	166	174	172	162
HGw	423	337	558	386	368
V	1	3	1	1	1
KPR	0,3873	0,3237	0,3118	0,3145	0,4081

AG	VIII 55-59				
l.Nr.	76	77	78	79	80
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	56	59	59	58	57
Gw	56,5	62,5	77,9	53	53,3
L	159	165	154	155	150
HGw	417	361	457	385	328
V	1	1	2	3	0
KPR	0,3914	0,3524	0,4715	0,3801	0,3887

AG	IX 60-64				
l.Nr.	81	82	83	84	85
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	60	64	64	60	60
Gw	84,8	84,5	65	75,4	70,6
L	170	168	162	164	170
HGw	446	399	407	431	600
V	1	1	1	1	0
KPR	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,3510

AG	IX 60-64				
l.Nr.	86	87	88	89	90
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	64	61	63	62	63
Gw	89	74,1	68,5	48,6	59,1
L	156	154	159	157	163
HGw	472	309	481	367	339
V	3	3	0	0	1
KPR	0,3770	0,3951	0,3486	0,4202	0,3364

AG	X 65-69				
l.Nr.	91	92	93	94	95
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	67	66	65	65	65
Gw	64,6	74	77,1	68	73,9
L	163	175	172	167	161
HGw	467	388	427	353	370
V	1	1	3	1	1
KPR	0,3788	0,3662	0,3702	0,3130	0,3007

AG	X 65-69				
l.Nr.	96	97	98	99	100
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	67	68	65	69	68
Gw	58	62,2	55,9	63,1	43,3
L	148	155	168	165	161
HGw	520	310	295	347	287
V	1	3	1	1	1
KPR	0,3677	0,3439	0,4038	0,3450	0,3528

AG	XI 70-74				
l.Nr.	101	102	103	104	105
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	71	72	73	73	70
Gw	74,2	76	80	67,3	62,5
L	172	171	175	164	169
HGw	455	596	720	470	374
V	3	1	1	1	2
KPR	0,2973	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

AG	XI 70-74				
l.Nr.	106	107	108	109	110
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	70	72	71	73	74
Gw	66,8	44	63,3	64,2	36,3
L	155	156	166	159	161
HGw	395	257	420	571	250
V	2	2	0	2	4
KPR	0,2780	0,3034	0,4138	0,3549	0,3669

AG	XII 75-90				
l.Nr.	111	112	113	114	115
Ge	männl.	männl.	männl.	männl.	männl.
A	83	77	75	76	80
Gw	55	63,2	68,3	73,5	72,5
L	166	163	165	167	173
HGw	387	560	395	400	436
V	2	0	1	2	1
KPR	0,3088	0,3293	0,3143	0,3961	0,3477

AG	XII 75-90				
l.Nr.	116	117	118	119	120
Ge	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.	weibl.
A	86	78	83	89	81
Gw	63,5	79,5	45	55,7	59
L	158	162	152	151	158
HGw	650	451	429	348	314
V	1	1	0	0	1
KPR	0,3528	0,3622	0,3820	0,2452	0,3159

4.3.2. Rechengrößen

Für die Analysen 4.3.3., 4.3.4. und 4.3.5. wurden folgende Größen ermittelt:

4.3.2.1. Gesamtheit aller Proben

Ursache	SAQ	FG	MQ (SAQ/FG)
Regression	0,1893275	1	0,1893275
Rest	0,1959616	118	0,0016606
Insgesamt	0,3852892	119	

Summen:

N	=	120
x	=	5983
y	=	46.3834895
x^2	=	336459
y^2	=	18.3138568
x · y	=	2227.6088091

Hilfsgrößen:

QX	=	38156.5916667
QY	=	0,3852892
QXY	=	-84,9946756

Mittelwerte:

xquer	=	49.8583333
yquer	=	0,3865290

Streuungen:

sx	=	17.9065247	sy · x	=	0,0407515
sy	=	5.69010099E-02	sx · y	=	12,82436650
sxy	=	-0,7142409	sayx	=	0,01104676
			sbyx	=	0,000208621

4.3.2.2. Gesamtheit aller männlichen Proben

Ursache	SAQ	FG	MQ (SAQ/FG)
Regression	0,078442409	1	0,0784424
Rest	0,1226515	58	0,0021146
Insgesamt	0,2010940	59	---

Summen:

N	=	60
x	=	2969
y	=	22.7993438
x^2	=	165021
y^2	=	8.8645953
x · y	=	1090.5020917

Hilfsgrößen

QX	=	18104.9833333
DY	=	0,2010940
QXY	=	-37.6855212

Mittelwerte

xquer	=	49.4833333
yquer	=	0,3799890

Streuungen:

sx	= 17.5175376	sy · x	= 0,0459856
sy	= 0,0583812	sx · y	= 13,7981896
sxy	= -0,6387376	sayx	= 0,0179232
		sbyx	= 0,00034176

4.3.2.3. Gesamtheit aller weiblichen Proben

Ursache	SAQ	FG	MQ (SAQ/FG)
Regression	0,113108015	1	0,1131080
Rest	0,0659546	58	0,0011371
Insgesamt	0,1790626	59	---

Summen:

		Hilfsgrößen	
N	= 60	QX	= 20034.7333333
x	= 3014	QY	= 0,1790626
y	= 23,5841457	QXY	= -47,6034550
x^2	= 171438	Mittelwerte:	
y^2	= 9,4492614	xquer	= 50.2333333
x · y	= 1137.1067999	yquer	= .3930690

Streuungen:

sx	= 18.4274727	sy · x	= 0,0337216
sy	= 0,0550901	sx · y	= 11,2797096
sxy	= -0,8068882	sayx	= 0,0127348
		sbyx	= 0,0002382

Die statistische Auswertung erfolgte mittels eines Kleinkomputers WANG 2000.

4.3.3. Regressionsanalyse

Zur Bestimmung der Art der Korrelation zwischen Alter (x) und Kern/Plasma-Relation (y) wurde jeweils der unabhängigen Variablen x in einer 2-dimensionalen Betrachtungsweise die abhängige Variable y gegenübergestellt (s. Abbildung 5).

Abbildung 5:
Regression im T.B. = 90 % mit S = 95 %

Die Regression stellt sich linear 1.er Art (nach Immich (40)) dar und folgt der allgemeinen Geradengleichung

$$y = a + b \cdot x$$

Der Regressionskoeffizient berechnet sich nach

$$b = \frac{\sum xy - \bar{y}\sum x}{\sum x^2 - \bar{x}\sum x}$$

für die Gesamtheit aller Proben zu -0,0022275,
für die Gesamtheit aller männlichen Proben zu -0,0020814,
für die Gesamtheit aller weiblichen Proben zu -0,00237604.

Für den Achsenabschnitt a errechnen sich
für die Gesamtheit aller Proben a = 0,49758
für die Gesamtheit aller männlichen Proben a = 0,48298
für die Gesamtheit aller weiblichen Proben a = 0,512425.

Für die Gesamtheit aller Proben errechnen sich:

In den 95 % Vertrauensgrenzen mit T (118, 0.0500) = 1.980
und F (2, 118, 0.059) = 3.07

Für den Achsenabschnitt a = 0,4975896
0,4757170 0,5194622

Für den Regressionskoeffizienten b = -0,0022275

An der Stelle x = 0 y = 0,492599651
1. Für die Regr. Gerade (5.70): 0,47021683 0,524962464
2. Für die Mittelwerte (5.71): 0,47571704 0,519462252
3. Für die Einzelwerte (5.72): 0,41398967 0,581889823
4. Für den 90 % Toleranzbereich bei 95 %iger Sicherheit mit
R (63, 90.00) = 1.6581 V (118, 95.00) = 111198
0,421924522 0,57325477

An der Stelle x = 0 y = 0,49754965
1. Für die Regr. Gerade (5.70): 0,4702168 0,52496246
2. Für die Mittelwerte (5.71): 0,4757170 0,51945225
3. Für die Einzelwerte (5.72): 0,4139894 0,59118989
4. Für den 95 % Toleranzbereich bei 99 %iger Sicherheit mit
R (63, 95.00) = 1.9757 V (118, 99.00) = 1.176
.4029869676089 .5921923646517

Die Ursache für die Negativität des Regressionskoeffizienten bzw. für den Wertabfall der Kern-Plasma-Relation wird aus dem Vergleich der Mittelwerte der intersections (Kern) und der points (Plasma) der Altersgruppen ersichtlich (Gruppeneinteilung s. 4.3.5.). Während die Plasmawerte tendenzlos in engen Grenzen stabil bleiben, zeigt sich bei den Kernwerten eine stetige Abnahme um insgesamt ca. 25 % des Wertes der Gruppe I/II. So scheint die Abnahme der Kerngröße weitgehend die Veränderung der Kern-Plasma-Relation zu bestimmen (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Intersection- und point-Mittelwerte

Altersgruppe	I/II	III/IV	V/VI	VII/VIII	IX/X	XI/XII
intersections	163,42	156,0	138,0	136,8	124,6	122,9
points · 16	361,92	368,4	365,2	362,8	361,2	386,8
Kern-Plasma-Relation	0,453	0,419	0,381	0,369	0,362	0,332

4.3.4. Korrelationsanalyse

Den Grad des Zusammenhanges zwischen dem Alter und der jeweiligen Kern/Plasma-Relation drückt das Bestimmungsmaß

$$B = \frac{s^2_{xy}}{s^2_x \cdot s^2_y}$$

aus.
Die Association (nach Immich (17)) beider Größen veranschaulicht der Korrelationskoeffizient

$$r = \sqrt{B}$$

Es ergeben sich
für die Gesamtheit aller Proben: $B = 0{,}491390$
$r = -0{,}700992$
für die Gesamtheit aller männl. Proben: $B = 0{,}3900783$
$r = -0{,}6245624$

für die Gesamtheit aller weibl. Proben: B = 0,631667
r = -0,794775.

4.3.5. Varianzanalyse

Zur Kenntnisnahme der Variabilität des untersuchten Materials wurde die Streuung der Einzelglieder um den Mittelwert berechnet.

Hierbei gilt für die Varianz

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

sowie für die Streuung

$$s = +\sqrt{\sigma^2}$$

Für die Varianzanalyse wurden je zwei benachbarte Altersgruppen mit männlichen und weiblichen Proben zu einer Gruppe mit gemeinsamen Mittelwert zusammengefaßt; die Berechtigung, männliche und weibliche Proben in eine Gruppe zusammenzufassen, ergibt sich aus dem t-Test, der für männliche wie weibliche Proben die selbe Varianzstabilität ergab, woraus zu schließen ist, daß beide Gruppen der selben Grundgesamtheit entstammen (s. Abbildung 6). Neben obigen Altersgruppen wurde die Gesamtheit aller Proben, die Gesamtheit aller männlichen sowie die Gesamtheit aller weiblichen Proben der Varianzanalyse unterworfen. Weiterhin wurden die Streuungen in Prozent der jeweiligen Mittelwerte angegeben.

Es ergibt sich
für die Streuung aller Proben

$$s = 0{,}040751 = 10{,}369\ \%$$

für die Streuung aller männlichen Proben

$$s = 0{,}045985 = 12{,}104\ \%$$

für die Streuung aller weiblichen Proben

s = 0,037216 = 8,580 %

Folgende Werte berechneten sich für die einzelnen Altersgruppen:

Gruppe I/II (20 - 30 Jahre)

Mittelwert	0,4535343	
Anzahl	20	
Varianz	0,002227681	
Streuung	0,0477160	= 10,52093042952 %
Streuung d. Mittelw.		0,0106696289

Gruppe III/IV (30 - 40 Jahre)

Mittelwert	0,4196967	
Anzahl	20	
Varianz	0,0008898	
Streuung	0,0298304	= 7,107 %
Streuung d. Mittelw.		0,00667030016

Gruppe V/VI (40 - 50 Jahre)

Mittelwert	0,391447547	
Anzahl	20	
Varianz	0,00152747634	
Streuung	0,03908294	= 10,245 %
Streuung d. Mittelw.		0,00873921146

Gruppe VII/VIII (50 - 60 Jahre)

Mittelwert	0,369902531	
Anzahl	20	
Varianz	0,00197172415	
Streuung	0,0444041006	= 12,004 %
Streuung d. Mittelw.		0,00992905

Gruppe IX/X (60 - 70 Jahre)

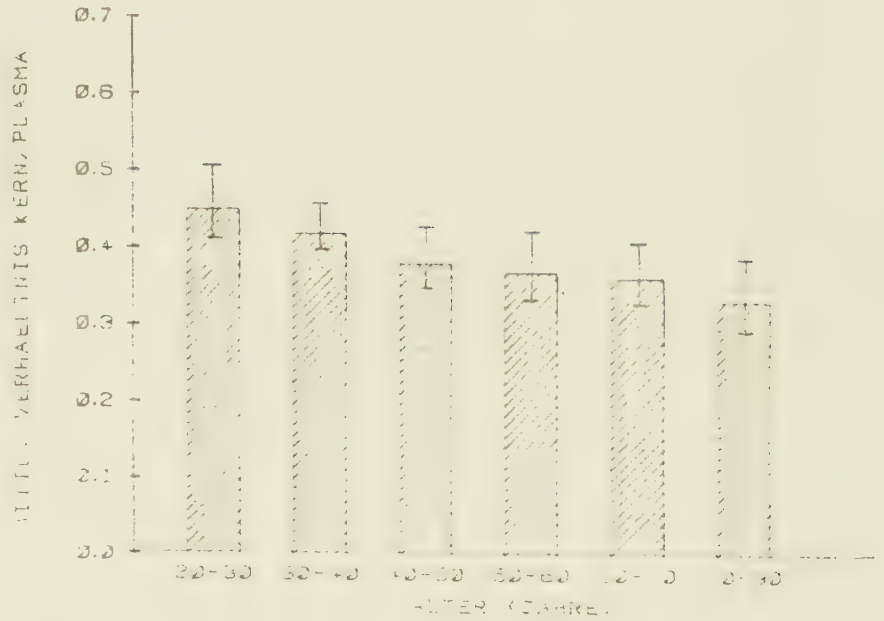
Mittelwert	0,3622130	
Anzahl	20	
Varianz	0,0015730503	
Streuung	0,039661699	= 10,9498261 %
Streuung d. Mittelw.		0,0088686255

Gruppe XI/XII (70 - 90 Jahre)

Mittelwert	0,33238024	
Anzahl	20	
Varianz	0,0021284757	
Streuung	0,0462354061	= 13,880309 %
Streuung d. Mittelw.		0,01031619

Abb. 6:

Streuung der Mittelwerte

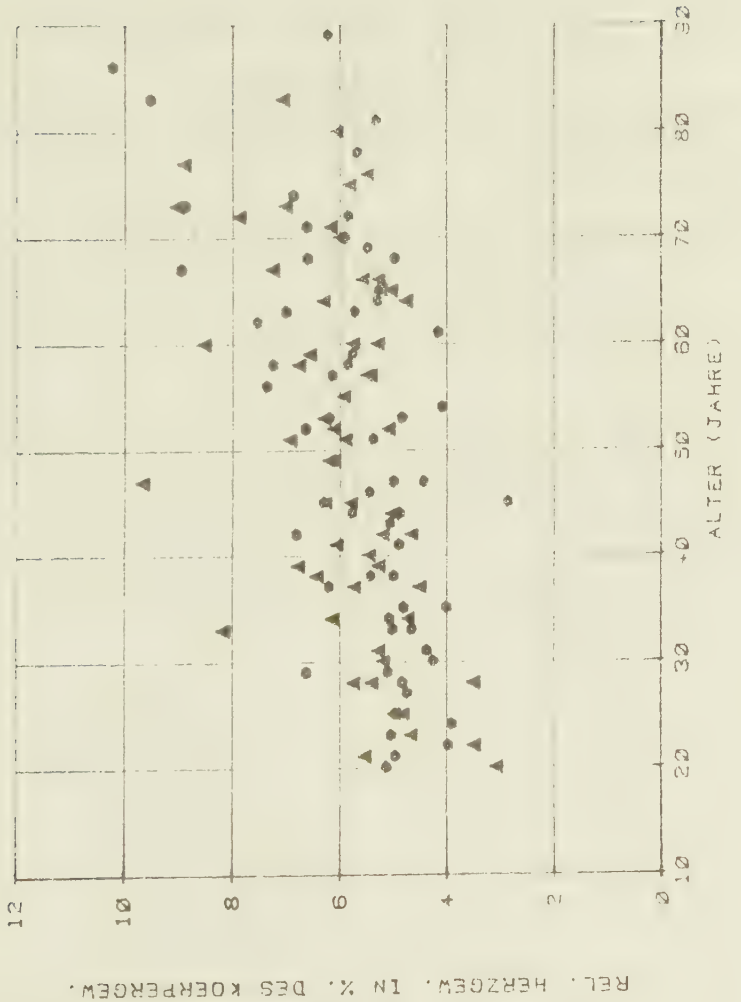


4.3.6. Das relative Herzgewicht

In Abbildung 7 wurde das relative Herzgewicht der Proben (y), ausgedrückt in Promille des Körpergewichts, gegen das Alter (x) in einem Koordinatensystem aufgetragen, männliche Proben sind durch ein Dreieck, weibliche durch einen Kreis dargestellt.

Hierbei imponieren die große Streubreite der Einzelwerte sowie ein geringes Ansteigen des relativen Herzgewichtes auch jenseits des 55. Lebensjahres (s. 3.2.1. und 2.4.).

Abb. 7: Das relative Herzgewicht



4.4. Ergebnisdiskussion

Aus Varianzanalyse und t-Test (s. 4.3.5.) geht hervor, daß Männer und Frauen einer Grundgesamtheit entstammen, so daß beide Geschlechter unter identischen Maßstäben betrachtet werden können.

Die Regression verläuft eindeutig linear und wegen der Verringerung der Kernwerte mit steigendem Alter abfallend (s. 4.3.3.).

Mit dem Bestimmtheitsmaß von 0,49 für alle Proben lassen sich 49 % aller Werte durch reine Regression erklären, einen Korrelationskoeffizienten von |0,7| bezeichnet Immich (17) als Ausdruck einer mittelstarken Korrelation (s. 4.3.4.).

In den Abbildungen 8 und 9 wurde die Kern/Plasma-Relation gegen das Alter aufgetragen. Weiterhin sind innerhalb des Gültigkeitsbereiches von 20 bis 90 Jahren die Toleranzgrenzen markiert, in Abbildung 8 für den Toleranzbereich TB = 90 % mit einer Sicherheit S von 95 %, in Abbildung 9 für den Toleranzbereich TB = 95 % mit 99 %iger Sicherheit.

Abb. 8: Beispiele der Altersbestimmung im TB 90 % mit S 95 %

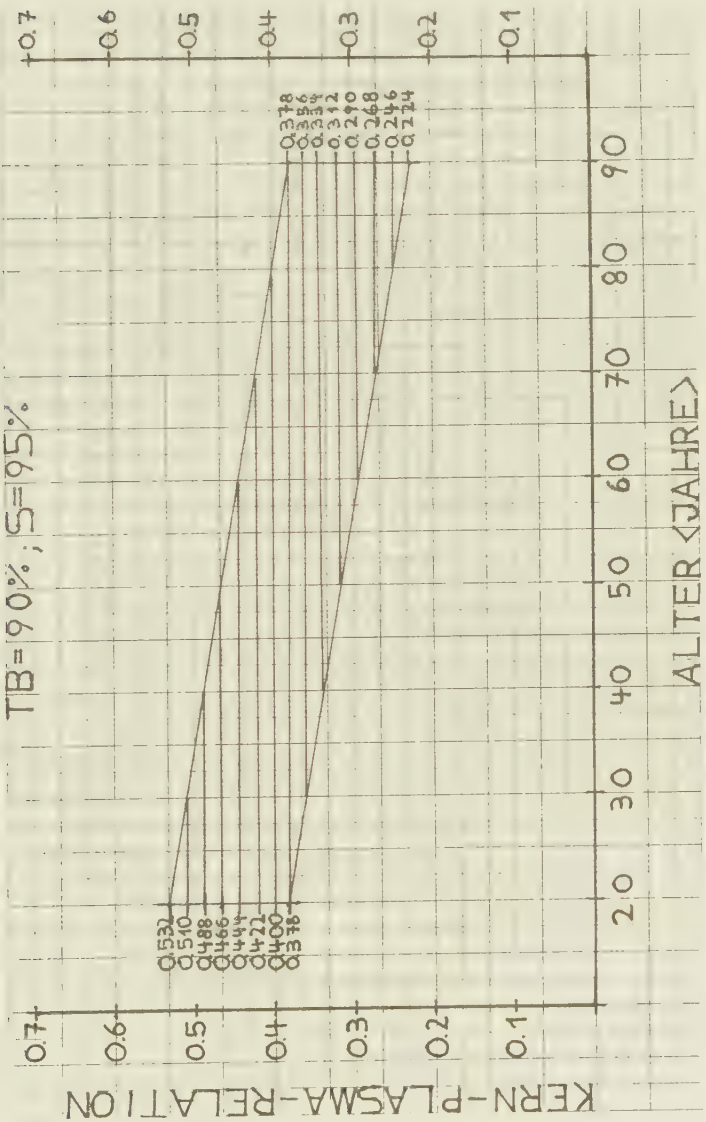
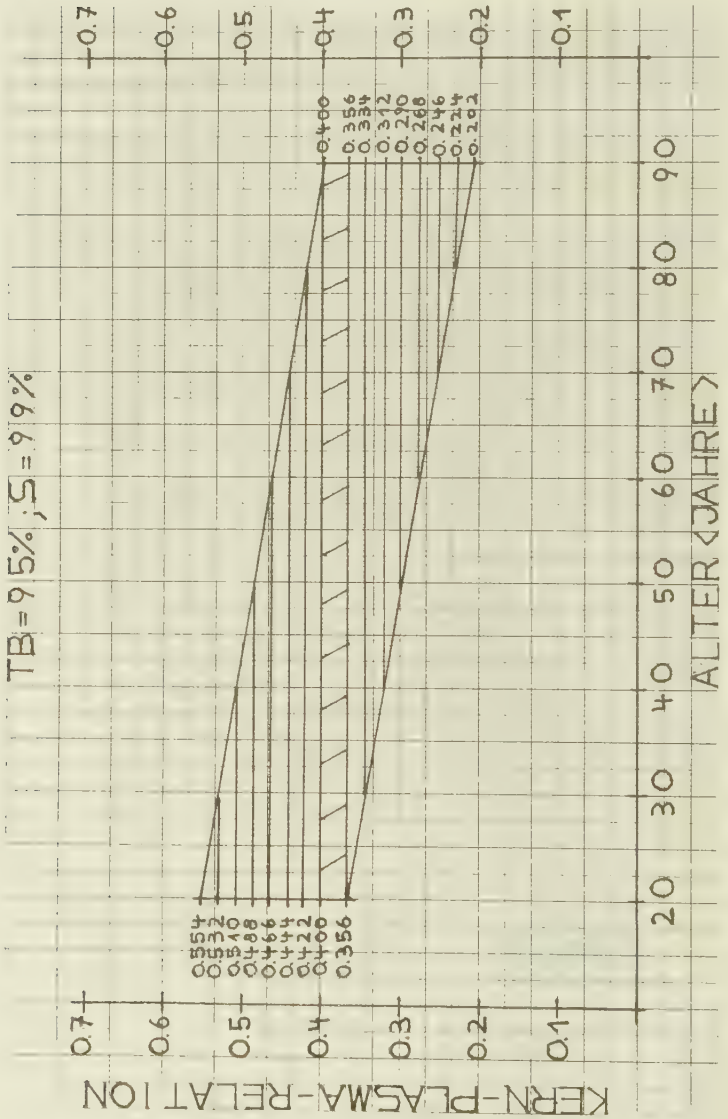


Abb. 9: Beispiele der Altersbestimmung im TB 95 % mit S 99 %



Markiert man eine beliebige Kern/Plasma-Relation auf der entsprechenden Gültigkeitsbereichsgrenze und fällt von diesem Punkt das Lot auf die entsprechende Toleranzbereichsgrenze, dann stellt die Länge der Verbindung beider Schnittpunkte den Altersbereich dar, auf den sich die jeweilige Probe eingrenzen läßt.

Hierzu sind in den Abbildungen 8 und 9 Beispiele angegeben. Dabei läßt sich für den Toleranzbereich TB = 90 %, S = 95 % feststellen: für die Werte 0,224 (90 Jahre) und 0,532 (20 Jahre) ist eine Altersbestimmung ohne Spielraum möglich. Bei allen Werten $> 0{,}224$ (Werte 0,224 bis 0,378) bzw. $< 0{,}532$ (Werte 0,532 bis 0,378) erweitert sich der Altersspielraum der jeweiligen Probe, und zwar bei einer Veränderung um 0,00222 (Regressionskoeffizient) um 1 Jahr, bei einer Veränderung um 0,0222 um 10 Jahre.

So läßt sich zum Beispiel der Altersspielraum der Werte 0,510 (20 - 30 Jahre) und 0,246 (80 - 90 Jahre) noch auf den Zeitraum von 10 Jahren begrenzen, der Altersspielraum des Wertes 0,378 (20 - 90 Jahre) jedoch erstreckt sich über die vollen 70 Jahre des Gültigkeitsbereiches und entzieht sich somit einer Altersbestimmung völlig.

Dasselbe gilt prinzipiell auch für den Toleranzbereich TB = 95 %, S = 99 %. Jedoch ist der Bereich der überhaupt nicht eingrenzbaren Werte vergrößert ($0{,}356 \leq y \leq 0{,}400$ gegenüber 0,378 im TB = 90 %), und die übrigen Werte sind entsprechend des größeren Toleranzbereiches verschoben.

Da der Altersspielraum lediglich bei jungen Leichen mit relativ hohen sowie alten Leichen mit relativ niedrigen Werten der Kern/Plasma-Relation in engen Grenzen liegt, sich jedoch bei jungen Leichen mit niedrigen, alten Leichen mit hohen und mittelalten Leichen mit mittleren Werten der Kern/Plasma-Relation zunehmend vergrößert,

sollte eine Altersbestimmung an Hand quantitativer Erfassung der Kern/Plasma-Relation der Herzmuskelzelle lediglich unter Hinzuziehen weiterer Parameter angewandt werden.

5. Zusammenfassung

Die Dünnschnittpräparate von 120 Myocardproben der Lebensalter von 20 bis 89 Jahren wurden in tausendfacher Vergrößerung photographiert.

Durch stereologische Analyse mittels eines "double square lattice test systems" wurden diese Bilder derart ausgewertet, daß als relatives Maß der Kern- bzw. der Plasmagröße die Anzahl der "intersections" bzw. der "points" angenommen und durch ihren Quotienten die Kern/Plasma-Relation der Proben dargestellt wurde.

Anhand statistischer Berechnungen konnte für männliche und weibliche Individuen eine identische lineare Regression von mittelstarker Korrelation nachgewiesen werden.

Lediglich bei jungen Leichen mit relativ hohen Werten der Kern/Plasma-Relation sowie alten Leichen mit relativ niedrigen Werten ist diese Methode der Altersbestimmung mit hinreichender Genauigkeit anwendbar.

6. Literaturverzeichnis

1. Bang, G.und R. Monson
Möglichkeiten der Altersbestimmung durch Untersuchungen an Zähnen.
Dtsch. zahnärztl. Zeitschrift 23, 134; 1968

2. Breul, D.
Methoden der Geschlechts-, Körperlängen- und Lebensalters-bestimmung von Skelettfunden.
Lübeck, 1974

3. Bürger, Max
Altern und Krankheit als Problem der Biomorphose.
4. Aufl., Leipzig 1960

4. Burck, H.-Ch.
Histologische Technik. 2. Auflage, Stuttgart 1969

5. Dalitz, G.D.
Age-determination of adult human remains by teeth examination.
Y for Sci. Soc. 3, 11; 1962

6. Doerr, W.
Organpathologie Bd. 1, Stuttgart 1974

7. Euler
Mitarbeit des Zahnarztes im Erkennungsdienst.
D. Z. Z., 23; 1955

8. Falter, G.
Altersbestimmung an Zähnen zur Identifizierung unbekannter Toter. Diss. München, 1974

9. Förster, A. und G. Happel
Untersuchungen zur Altersbestimmung des Menschen auf Grund des Mineralisationsgrades der Zähne.
Z.gerichtliche Med. 48, 195; 1958/59

10. Fully, D. et a. Dehouve
Renseignements apportés dans la detérmination de l' age par l' étude anatomique et radiolique du sternum et des côtes. Ann. med. leg. 45, 469; 1965

11. Gustavson
Altersbestimmung an Zähnen. D. Z. Z. 23; 1955

12. Hansen, G.
Die Altersbestimmung am proximalen Humerus- und Femurende im Rahmen der Identifikation menschlicher Skelettreste. Berlin 1953/54

13. Heim, F.
in: Wege zur Erforschung des Alterns. Darmstadt, 1973

14. Hirth
Zit. nach Mueller, Gerichtliche Medizin, Band 1
Berlin, 1975

15. Hoppe, H.
Altersbestimmung nach dem Relief der Symphysenfläche des Schambeins. Diss. Freiburg, 1969

16. Hort
in: Das Herz des alternden Menschen. Erlangen, 1971

17. Immich, H.
Medizinische Statistik. Stuttgart, 1974

18. Jääskelainen
Zit. nach Mueller, Gerichtliche Medizin, Bd. 1
Berlin, 1975

19. Jansen, W.
Forensische Histologie. Lübeck, 1977

20. May, G.
Untersuchungen über die Möglichkeit einer objektiven Altersbestimmung. Stoma 5, 67; 1952

21. Mc Kern, T.W. und Stewart
Skeletal age changes in young american wales.
Quartermas Res. Dis. Techn. Rep. Ep. 45 Natrick, Mass.; 1957

22. Meyer, F.K.
Untersuchungen zur Altersbestimmung an der Milzkapsel.
Diss. München, 1977.

23. Mueller, B.
Gerichtliche Medizin, Band 1. Berlin 1975

24. Nadeshdin
Zur Frage der objektiven Altersbestimmung an lebenden Erwachsenen mit der Genauigkeit von 1-5 Jahren im Durchschnitt.
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 6, 121; 1926

25. Oschinsky
Vergleichende Untersuchungen über die Weite der Dentinkanälchen. Diss. Frankfurt, 1921

26. Schettler
Alterskrankheiten. Stuttgart, 1972

27. Schranz
Die gerontologischen Beziehungen in der gerichtlichen Medizin.
Z. gerichtl. Med. 51, 161; 1961

28. Schranz
Kritik der Auswertung der Altersbestimmungsmerkmale von Zähnen und Knochen.

29. Shibata und Hirota
The thickness of capsule of human spleen. Journal of Nara Medical Association, Vol. 13, No. 6, pp. 189-196; 1962

30. Shikano, Y.
Medico legal studies on the addition of teeth.
Jap. Y. Legal Med. 11, 202; 1956

31. Spoerri, P.E. et. al.
Accumulation of lipofuszin in the myocardium of senil guinea pigs. Mech. Agr. Dev. 3; 1974; 311.

32. Thoma
Alters- und Geschlechtsbestimmung aus dem Gebiß.
Kriminalistik; 1953; 11.

33. Todd, T.W.
Age change in the pubic bone. 1 The male white pubic.
Amy Phys. anthropol. 3, 185; 1920

34. Verzár, F.
in: Molekulare und zelluläre Aspekte des Alterns.
1. Gießener Symposium, Stuttgart, 1971.

35. Waldeyer, A.
Anatomie des Menschen, zweiter Teil.
13. Aufl., Berlin 1975

36. Wallraff, J.
Leitfaden der Histologie des Menschen.
8. Aufl., München, 1972

37. Weibel, E.R.
Coherent test Systems for Stereological analysis by point-counting. Bern, 1974

38. Weibel, E.R. und Elias
Quantitative Methoden in der Morphologie. Berlin, 1967

39. Zhuralev, V.W. and V.P. Desyatov
On the possibility of using the spectral methods of bone examination for age determination.
Südeb.-med. ê ksp. 7, 18. Moskva, 1964.

40. Zollinger, H.U.
Pathologische Anatomie, Bd. 2: Spezielle Pathologie.
Stuttgart, 1976

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Spann für die Überlassung des Themas, Herrn Dr. Schuck für die stets hilfsbereite Betreuung sowie Herrn Dr. Schuller für Erstellung und Berechnung der statistischen Programme meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Weiterhin danke ich allen Mitarbeitern des Institutes für ihre freundliche Unterstützung.

Lebenslauf

Am 5.4.1952 wurde ich, Jost Dietrich Elmar Elberskirch, als Sohn des Geologen Dr. Wilhelm Elberskirch und seiner Frau Waldtraut, geb. Belz, in Hannover geboren.

Ich gehöre der evangelisch-lutherischen Glaubensgemeinschaft an und wurde 1965 konfirmiert.

Von 1959 bis 1963 besuchte ich die Volksschule Hannover-Wasserkampstraße, von 1963 bis 1971 das altsprachliche Kaiser-Wilhelm-Gymnasium in Hannover. Dort legte ich im Mai 1971 die Reifeprüfung ab.

Bei der 3. I Pz Aufkl Btl 1 in Braunschweig diente ich vom 1.6.1971 bis zum 30.11.1972 und wurde als Fähnrich d. Res. aus dem Grundwehrdienst entlassen.

Bei der Firma Paul Hirschring in Hannover erlernte ich vom 1.12.1972 bis zum 30.9.1975 das Handwerk der Zahntechnik und legte am 6.9.1975 vor der Prüfungskomission der Niedersächsischen Zahntechniker-Innung die Gesellenprüfung ab.

Zum Studium der Zahnmedizin wurde ich am 31.7.1975 in die Ludwig Maximilian-Universität in München immatrikuliert. Die naturwissenschaftliche Vorprüfung bestand ich am 28.10.1976, die zahnärztliche Vorprüfung am 25.4.1978.